

Gestion des ressources génétiques agrumicoles et criblage variétal pour la sélection de cultivars adaptés aux zones tropicales antillaises.

R. COTTIN, P. CAO-VAN, F. MADEMBA-SY et B. AUBERT*

avec la collaboration technique de J.J. BANIDOL et C. PANCARTE.

MANAGEMENT OF CITRUS GENETIC RESOURCES AND VARIETAL SELECTION OF CULTIVARS ADAPTED TO THE CARIBBEAN AREA.

R. COTTIN, P. CAO-VAN, F. MADEMBA-SY and B. AUBERT.

Fruits, Numéro spécial Agrumes 1992, p.145-150.

ABSTRACT - A technique aimed at storing, processing and retrieving technical data is proposed for an efficient management of citrus foundation blocks and possible varietal selection.

Besides physically locating each individual tree in the field plot, the system is recording its pedigree, history sanitation and agronomical performances.

GESTION DES RESSOURCES GENETIQUES AGRUMICOLES ET CRIBLAGE VARIETALE POUR LA SELECTION DE CULTIVARS ADAPTES AUX ZONES TROPICALES ANTILLAISES.

R. COTTIN, P. CAO-VAN, F. MADEMBA-SY et B. AUBERT.

Fruits, Numéro spécial Agrumes 1992, p. 145-150.

RESUME - Un système de gestion informatisée des collections agrumicoles est proposé, lequel peut être exploité en vue du criblage variétal. Outre le repérage physique de l'arbre dans la parcelle, le système prend en compte son pedigree, son historique et aussi ses performances agronomiques dans une écologie donnée. Dans le cas présent il s'agit de la zone tropicale antillaise.

INTRODUCTION

La Martinique constitue l'une des bases centres du dispositif «Programme Agrumes» du CIRAD-IRFA.

Le conservatoire de la station de Rivière Lézarde qui comprend plus de 160 espèces et cultivars, est géré selon un concept de **criblage évolutif**. L'objectif est de sélectionner des mandariniers, orangers, pomelos, limettiers et hybrides divers adaptés aux conditions pédo-climatiques antillaises d'une part, mais susceptibles aussi de répondre aux goûts des consommateurs de la zone caribéenne.

Dans cet article nous décrivons un système d'enregistrement et d'exploitation des données capable d'assister efficacement les sélectionneurs ou les agents chargés de la propagation du matériel végétal certifié.

ORIGINE DU MATERIEL VEGETAL

Tous les arbres du Conservatoire de Martinique proviennent de la Station de Recherche Agronomique de Corse, un des centres officiellement reconnu par l'IBPGR pour la cession de matériel végétal certifié indemne de maladies de dégénérescence à virus, viroïdes ou procaryotes pathogènes.

Cette station effectue la régénération sanitaire à partir de baguettes stérilisées en surface à l'hypochlorite de sodium, puis forcées à 32°C pour induire des poussées végétatives sur lesquelles un micro-greffage d'apex est réalisé. Après deux à six semaines, les micro-greffons sont regreffés sur *Citrus volkameriana* et cultivés en chambre climatique durant 35 à 40 jours, avant de subir les indexations suivantes :

- dépistage de la Tristeza par test sérologique (ELISA),
- dépistage du Stubborn par mise en culture de *Spiroplasma citri*,
- dépistage du Greening par indexation sur oranger Madame Vinous,
- dépistage de la Psorose et autres maladies à virus apparentées par greffage sur oranger Hamlin,

* - CIRAD-IRFA Martinique - B.P. 153 - 97202 FORT DE FRANCE Cedex.

- dépistage des viroïdes par électrophorèse sPAGE après inoculation sur Cédrat,
- dépistage du Tatter Leaf par indexation sur *Citrus excelsa* ou Citrange Rusk.

En l'absence de ces maladies, la conformité pomologique est alors soigneusement vérifiée dans des carrés en plein air.

Dans le cas de la Martinique, l'ensemble du conservatoire a été planté sur deux porte-greffe : *Citrus macrophylla* et Citrange Carrizo. Le choix du premier a été justifié pour son excellent comportement en terrains lourds, mal drainés en présence d'un ravageur racinaire : *Diaprepes abbreviatus*, le second parce qu'il donne des associations tolérantes à la Tristeza.

LOCALISATION DU CONSERVATOIRE

Le conservatoire est situé sur le domaine de Rivière Lézarde, à une vingtaine de kilomètres au Nord-Ouest de Fort-de-France (Antilles françaises). Ce domaine se trouve à 14°40' de latitude Nord et 61°00' de longitude Ouest, son altitude moyenne est de l'ordre de 50 mètres.

Le climat y est de type tropical humide, avec une pluviométrie annuelle voisine de 2 300 mm. La température moyenne est de 25,5°C, la moyenne des minima de 22,1°C, celle des maxima de 28,9°C. Il s'agit d'un conservatoire établi en plein air sur sol brun à halloysites.

L'environnement phytosanitaire de la Martinique est particulièrement favorable en raison du fait que seules y ont été introduites des lignées certifiées indemnes de maladies originaires de la SRA de Corse. Les vieilles introductions étaient constituées pour l'essentiel de plants de semis.

MISE EN PLACE DE LA COLLECTION

Un hectare de collection a été mis en place en juin 1988 sur le domaine expérimental de Rivière Lézarde. Le terrain était en jachère depuis 10 mois, après de nombreuses années de culture bananière. La végétation était constituée de graminées spontanées.

La jachère a été détruite par le passage d'un sylviculteur constitué de 6 disques crantés. Le sous-solage a été réalisé par passages croisés de ripper à 3 dents écartées de 100 cm. Un labour de défoncement a complété le travail du sol en passant dans le sens de la pente avec une charrue quart de tour à soc.

Il a été constitué des fossés collecteurs des eaux de ruissellement et de drainage d'environ 1 m de profondeur.

La plantation a été réalisée sur des buttes de terre de 50 cm de hauteur, confectionnées manuellement, dans lesquelles ont été mélangés 8,5 kg de matière organique (Guanhumus). De plus, il a été appliqué sur toute la surface du terrain 2 tonnes/ha de chaux magnésienne et 1,5 tonnes/ha de phosphate supertriple. Un traitement herbicide a été fait avant la plantation en raison du développement des adventices depuis le labour (3 mois).

La distance de plantation est de 8 x 3,5 m. Cette distance a été retenue pour permettre de disposer rapidement

d'informations sur un maximum d'arbres. A terme, un arbre sur deux, repéré dès la plantation, sera éliminé. La densité de plantation devenant alors de 179 plants/ha, soit 8 x 7 m, densité plus compatible avec le développement des agrumes en milieu tropical.

Compte tenu du climat, il n'a été réalisé qu'un arrosage à la cuvette l'année de plantation. Les cuvettes étaient remplies d'eau avec des tuyaux flexibles raccordés à notre réseau fixe d'irrigation. Depuis, le régime naturel des pluies (2300 mm/an) a suffi à assurer les besoins en eau des arbres.

Dans le cas de Rivière Lézarde, du fait de la teneur élevée en argile, l'érodabilité est relativement faible, aussi le sol est maintenu «nu» par désherbage chimique.

MATERIEL INFORMATIQUE

La gestion informatique de la collection est réalisée sur un Compatible PC 386 cadencé à 25 Mhz abritant un disque dur de 40 Mo de capacité. Les applications de gestion ont été écrites dans l'environnement PRO d'OPEN ACCESS (SPI). Ces applications s'exécutent en mode texte et ne nécessitent pas un écran particulier.

Une base de données graphiques a été développée dans l'environnement MATRIX LAYOUT (Sharper) et nécessite un écran EGA minimum, couleur de préférence, une souris compatible Microsoft en simplifie l'utilisation.

Une imprimante matricielle, type EPSON, permet d'obtenir des états.

METHODES

Le système de gestion mis en place en Martinique a été conçu, non pas comme un système de stockage de l'information, mais en vue de son utilisation dynamique par un large éventail de spécialistes. 167 variétés ont été introduites en Martinique en vue de disposer d'un éventail suffisamment large pour repérer une ou plusieurs variétés adaptées aux conditions tropicales humides. De nombreuses variétés ou cultivars, présentant un intérêt pour la consommation en frais ou la transformation, sont présents dans nos collections. Une gestion rigoureuse de cette diversité génétique est nécessaire pour répondre aux problèmes posés par l'utilisation future :

- performances agronomiques,
- caractères organoleptiques ou technologiques particulières.

Les réponses à ces questions constituent l'évolution directe de notre matériel végétal.

Acquisition des données.

- Repérages physiques et logiques.

- Le support physique.

Sur le terrain, les arbres sont identifiés individuellement par un panneau métallique, fiché dans le sol à environ un

mètre de la base du tronc, dans l'alignement de la ligne de plantation. Un panneau à cet emplacement est toujours visible, car rarement enherbé du fait du développement de la frondaison, et ne gêne pas le passage d'engins.

Deux types de panneaux sont utilisés. Le premier type est constitué d'un rectangle de 30 x 15 cm soudé sur une tige métallique. Il est utilisé pour identifier l'arbre auquel il se réfère, mais surtout pour mettre en évidence le premier arbre d'un bloc variétal et indique ainsi une rupture dans l'identification.

Le deuxième type de panneau est constitué d'un disque de métal blanc de 15 cm de diamètre fixé au sommet d'une tige métallique, positionné au même endroit que le panneau précédent.

Ces deux types de panneaux comportent déjà une information du fait de leur forme, une seconde caractéristi-

que physique, leur couleur, permet d'identifier le porte-greffe.

Comme expliqué précédemment, la collection a été plantée sur deux porte-greffe, le *Citrus macrophylla* et le Citrange Carrizo. Les arbres greffés sur le premier sont identifiés par un panneau gris, ceux greffés sur le second par un panneau rouge.

La combinaison des deux paramètres, forme et couleur, permet de réduire les risques d'erreurs en apportant des éléments d'identification qui sont complétés par un code indiqué sur ce panneau.

- La numérotation.

Chaque plan de parcelle a été quadrillé de telle sorte que chaque case contienne un arbre. Chaque ligne a été iden-

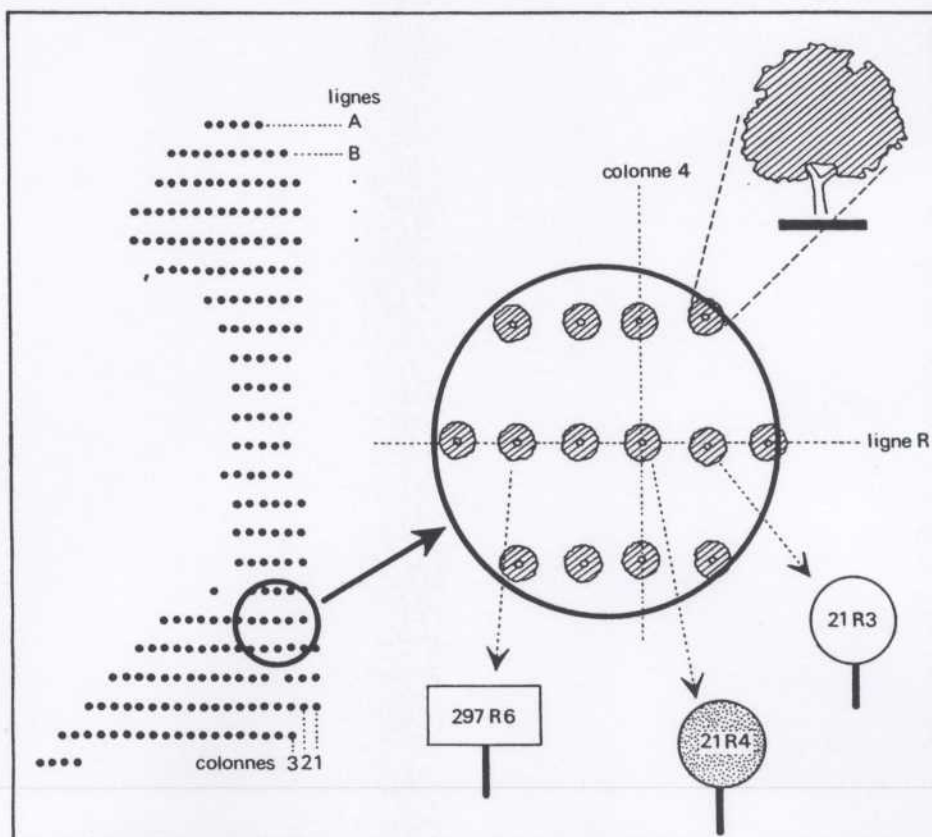


FIGURE 1 - Système de repérage au champ et d'identification des arbres.

Légendes :

Au champ, on obtient :

- Panneau gris, rectangulaire, 21R2

panneau gris : greffé sur *Citrus macrophylla*
rectangulaire : c'est le premier arbre du bloc de la variété

21 : SRA 21, Tangelo Orlando

R : la 18e ligne d'arbre

2 : la 2e colonne

- Panneau gris, circulaire, 21R3

Tangelo Orlando greffé sur *Citrus macrophylla*
situé à la 18e ligne et la 3e colonne

- Panneau rouge, circulaire, 21R4

Tangelo Orlando greffé sur Citrange Carrizo,...

- Panneau rouge, circulaire, 21R5

Tangelo Orlando, greffé sur Citrange Carrizo,...

- Panneau gris, rectangulaire, 297R6

Tangelo Pearl (SRA 297) greffé sur *C. macrophylla*
premier arbre du bloc des Tangelo Pearl, ...

tifiée par une lettre (A, B, C, ...), chaque colonne par un chiffre (1, 2, 3, ...). Ainsi, tous les arbres de la collection ont reçu un couple lettre/chiffre unique pour chaque parcelle. Pour compléter cet identificateur, le numéro de SRA de la variété est rajouté avant sa position.

Ce code est indiqué sur le panneau et complète l'information sur le porte-greffe contenu dans sa forme. Ce système permet, avec un peu d'habitude, de reconnaître les variétés uniquement à leur numéro SRA et de repositionner au champ un éventuel panneau arraché.

- La base de données «CODE».

Une base de données informatisée reprend l'ensemble de ces identificateurs et rajoute de manière transparente à l'utilisateur un code parcelle qui constitue alors une clé unique de recherche. Chaque arbre possède sa fiche référençant le code indiqué sur le panneau placé sous sa frondaison, le porte-greffe utilisé et son code unique. Un mémo non structuré est rattaché à cette fiche pour y indiquer toute information relative à la vie de l'arbre. Actuellement 2395 arbres sont référencés de cette manière.

FIGURE 2 - Exemple de fiche «Code».

1.1. ACCESSION NUMBER 21 Tangelo Orlando	
11.1. CODE	
Parcelle	PETIT BASSIN
Rang	R
Position	3
Porte-greffe	<i>C. macrophylla</i>
CODE : 21R3	Clé unique : 21R3#3
Informations mémo	
<aide:F1> <menu:F2> <éval:Alt-F10>	

- Le futur.

Une des évolutions prévues en matière d'identification des arbres de notre collection consiste à utiliser un code barre. Ce type de support lisible à distance grâce à un lecteur portable permettrait une plus grande fiabilité et une plus grande efficacité de la saisie au champ.

● Fiches IBPGR.

L'IBPGR a publié en 1988, les «Citrus descriptors» en vue d'homogénéiser les observations réalisées sur les Agrumes. Plus récemment, l'UPOV a remis à jour la liste des descripteurs pour l'obtention de variétés d'agrumes.

La fiche de l'IBPGR, aussi complète soit-elle, ne répondait pas à nos besoins. Elle a donc servi de base à l'ensemble des observations réalisées sur agrumes. Un complément lui a été ajouté pour l'adapter à nos besoins.

● Gestion des données.

- Généralités.

Le fichier «pivot» de ce système de base de données est le fichier «ACCESS». Il contient le passeport de la variété, c'est-à-dire son pedigree, son origine, son histoire. Par construction, il est impossible de saisir des informations pomologiques par exemple, sur une variété qui n'est pas dans le fichier «ACCESS». Tous les fichiers gérés par ce système sont liés de façon univoque par le numéro de SRA à cette base.

- La base de données «Espèces».

La classification de TANAKA reprise par CARPENTER et REECE, sert de base à l'identification des agrumes de la collection. Les espèces reconnues par ces taxonomistes sont regroupées dans un fichier autonome «SPECIES». Comme dans le cas du fichier «CODE», seules les espèces présentes dans ce fichier peuvent être saisies dans les autres modules de ce système, on limite d'autant les erreurs de saisie.

- La base de données «Variétés».

Elle contient l'ensemble des descripteurs relatifs à chaque variété. Elle est constituée d'une trentaine de fichiers représentant environ 3.2 Mo. Comme dans les précédents modules, les valeurs de référence pour chaque descripteur, sont contenues dans un fichier particulier. Seules ces dernières valeurs sont proposées à l'opérateur au moment de la saisie des informations.

L'ensemble de ces fichiers est géré de manière transparente pour l'utilisateur qui n'a pas accès, en utilisation normale, à ce qui se passe «sous le capot». L'impression, le traitement statistique de ces données, sont réalisés grâce à l'utilisation de menus, de fenêtres d'aide qui affranchissent l'utilisateur de toute contrainte technique.

● Evolution.

La structure de ce système de base de données est ouverte. Tout fichier respectant un minimum de contraintes au niveau de leur structure peuvent se rajouter à cet ensemble. Des demandes existent déjà pour des modules gérant des caractéristiques intéressant les technologues (analyses qualitatives des huiles essentielles, teneur en pectines, teneur en citral, ...).

Utilisations des données.

Cette masse d'informations peut être utilisée à plusieurs niveaux, aussi bien par le généticien que par le technologue ou l'agronome.

● Caractérisation pomologique.

Ce premier volet est la base de toutes les autres observations. Il est impératif de décrire, aussi complètement que possible, les variétés de la collection. Une standardisation

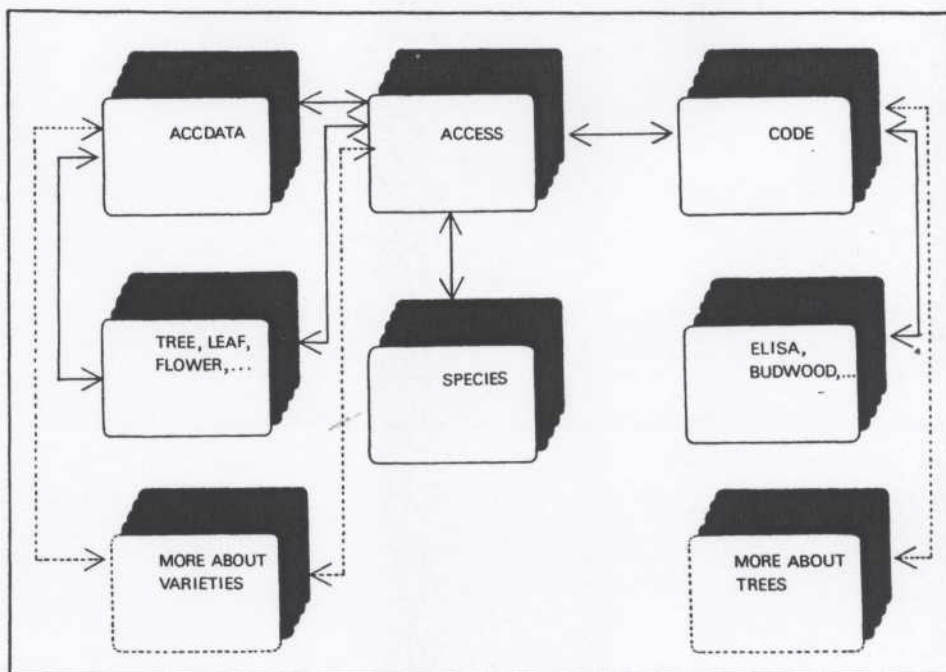


FIGURE 3 - Structure du système de bases de données.

des observations. des modalités de chaque descripteur favorise les échanges des données entre les membres d'un même institut, d'un même réseau de recherche. Ces observations sont réalisées une fois dans chaque condition pédo-climatique.

● Croissance/développement.

A l'opposé des observations précédentes, celles qui touchent à la croissance sont de type dynamique et nécessitent un traitement particulier au sein de ce système de gestion. Tous les problèmes liés à cette partie n'ont pas encore été résolus.

● Gestion de la diffusion des greffons.

Pour garantir un suivi précis du matériel végétal, la base de données gère l'origine de chaque baguette prélevée et sa destination. Cela assure en plus une meilleure connaissance du marché en observant la répartition variétale des baguettes vendues.

● Gestion des tests ELISA.

La diffusion de matériel végétal ne peut s'effectuer sans un contrôle rigoureux de l'état sanitaire du parc à bois. La surveillance de la Tristeza est réalisée grâce à la technique ELISA. Les dates de prélèvement des échantillons, la périodicité de ces prélèvements, la gestion des résultats sont prises en compte.

● Base de données graphiques.

Cet ensemble d'outils est complété par une base de

données graphiques qui a davantage une vocation de diffusion de l'information. Elle se consulte aisément, dans un environnement graphique, même pour une personne peu habituée à l'informatique. Elle contient toutes les informations pomologiques des fichiers «VARIETE», plus un ensemble de données sur l'origine, la localisation dans le monde, l'utilisation de ces agrumes.

● Taxonomie numérique.

L'acquisition d'une vue synthétique de l'ensemble de ces observations s'effectue en trois étapes :

- construction de la classification
- segmentation
- établissement des critères de classement.

Les caractères observés sont standardisés dans un premier temps en variables centrées réduites. La distance inter-individus est dérivée d'une distance euclidienne. Une première analyse graphique permet de dégager les caractères prépondérants. Cette analyse est réalisée grâce à des techniques utilisant les analyses en composantes principales (ACP).

La classification peut ensuite être réalisée selon plusieurs critères. Pour les agrumes, la classification ascendante hiérarchique, utilisant la moyenne comme critère d'agrégation a été testée avec succès. Cette méthode est basée sur la recherche de la plus petite distance entre individus. Une fois que le couple répondant à cette condition est identifié, il est remplacé par son centre de gravité dans l'analyse. La totalité du processus peut être visualisée sur un dendrogramme reproduisant les différentes étapes d'agrégation.

La classification étant faite, il est intéressant de mettre en évidence les caractères typiques permettant en gros de

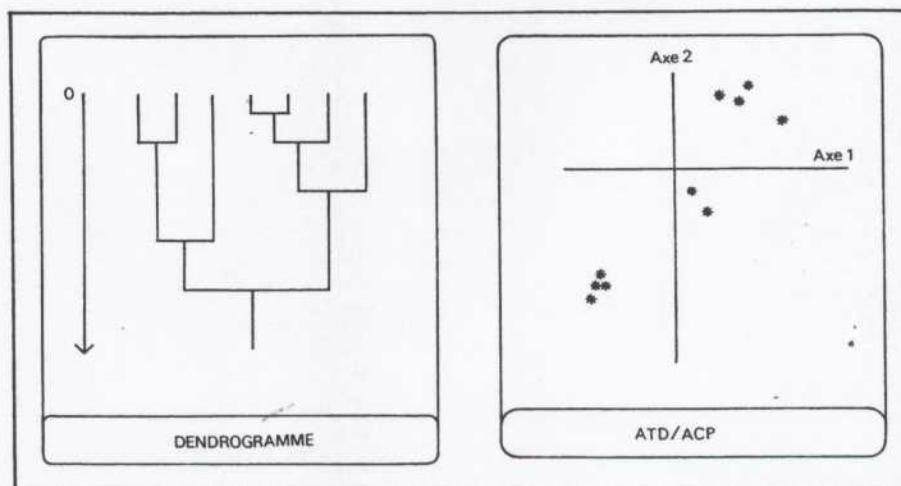


FIGURE 4 - Types de représentations.

retrouver les groupes, de constituer en quelque sorte les clés de détermination. Ces clés permettront d'introduire des nouveaux venus, qui n'ont pas été pris en compte dans l'analyse précédente.

Collection évolutive.

Cette collection n'est pas une entité immuable, une fois chaque individu d'une variété complètement décrit, un choix doit être effectué pour décider de son avenir : mise en place de carré de comportement, suppression de la variété, ... Afin de permettre un renouvellement rapide et à moindre coût, la technique du surgreffage en couronne peut être envisagée, si aucune maladie de dégénérescence transmissible par la greffe n'a été observée entre temps.

CONCLUSIONS

Le système de gestion de base de données mis au point en Martinique peut être utilisé chaque fois qu'une collection de matériel végétal doit être évaluée de façon objectif

ve et rationnelle. Sa faible demande en puissance de calcul le met à la portée de quasiment tous les types de compatibles.

La base de données, consultable en hypertexte dans un environnement graphique, est un moyen moderne et agréable de consultation de l'information. Sa diffusion sera facilitée par la banalisation de support de grande capacité, tels que les Disques Optiques Numériques (DON).

La principale application de cet ensemble d'observations est la mise en évidence de l'influence du milieu sur l'ensemble de l'expression des caractères phénotypiques. On dispose ainsi d'un référentiel écologique permettant de proposer des solutions adaptées aux divers climats selon les contraintes du marché ou selon la destination finale des fruits : marché du fruit frais ou du fruit transformé.

L'étude exhaustive des caractères pomologiques d'un ensemble de variétés est l'étape préliminaire à tout travail d'amélioration génétique. C'est en effet la seule façon de ne pas perdre l'information qui pourrait être décisive dans le choix d'une variété au niveau d'un programme d'améliorations variétales.

BIBLIOGRAPHIE

- ARTHEY (V.D.). 1975.
Colour. Chapitre 5.
in : «Quality of horticultural products». Butterworth Group, London.
- BARRETT (H.C.) and RHODES (A.M.). 1976.
A numerical taxonomic study of affinity relationship in cultivated Citrus and close relatives.
Systematic Botany, 1 (2), 105-136.
- CARPENTER (J.B.) and REECE (P.C.). 1969.
Catalogue of genera, species and subordinate taxa in the orange subfamily surantioidae (Rutaceae).
A.R.S. 34-106 USDA.
- COTTIN (R.). 1988.
La taxonomie numérique. Application aux agrumes.
Fruits, 43 (12), 721-733.
- IBPGR. 1988.
Citrus descriptors.
- JIMENEZ-CUESTA et al. 1981.
Determination of a color index for citrus degreening.
Proc. Int. Soc. Citriculture, vol. 2, 750-753.
- MADEMBA-SY (F.) et GODEFROY (J.). 1989.
Dossier d'aménagement d'une parcelle en vue de l'implantation d'un verger d'agrumes.
Document interne IRFA.
- PERNES (J.). 1984.
Gestion des ressources génétiques des plantes.
Agence de Coopération culturelle et technique, Paris.
ISBN 92-9028-044-1.
- SNEATH (P.) and SOKAL (R.). 1973.
Numerical taxonomy. The principles and practices on numerical classification.
Ed. Freeman and Co., San Francisco.
- GESTION DE LOS RECURSOS GENETICOS CITRICOLAS Y CRIBADO VARIETAL PARA LA SELECCION DE CULTIVARES ADAPTADOS A LAS ZONAS TROPICALES DE LAS ANTILLAS.
R. COTTIN, P. CAO-VAN, F. MADEMBA-SY y B. AUBERT.
Fruits, Numéro spécial Agrumes 1992, p.145-150.
- RESUMEN - Se propone un sistema de gestión informatizada de las colecciones citricolas que puede ser explotado con vistas del cribado varietal. Además de la localización física del árbol en la parcela, el sistema tiene en cuenta su pedigrí, su histórico y también sus resultados agronómicos en una ecología dada. En este caso se trata de la zona tropical de las Antillas.